Iranian Journal of Animal Science Research
Homepage: http://ijasr.um.ac.ir

Research Article
Vol. 15, No.4, 2023, p. 475-488

Dietary Effects of Pomegranate Pomace Powder with or without Tannase Enzyme on Growth Performance and some Blood Parameters of Moghani Male Lambs

Farzad Mirzaei Aghjeh Gheshlagh [1*], Ali Nori [2], Bahman Navidshad [1], Leila kaviani Feizi [3], Samira keramati Jabehdar [4]

1- Professor, Department of Animal Science, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
2- M.Sc. Graduated Student of Animal Nutrition University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
3- Ph.D. Student of Animal Nutrition, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
4- Ph.D. Graduated Student of Animal Nutrition, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
*Corresponding Author's Email: f_Mirzaei@uma.ac.ir

Received: 03-01-2023
Revised: 28-02-2023
Accepted: 01-03-2023
Available Online: 07-06-2022

How to cite this article:
Mirzaei Aghjehgheshlagh, F., Nori, A., Navidshad, B., kaviani Feizi, L., & karamati Jabehdar, S. (2023). Dietary effects of pomegranate pomace powder with or without tannase enzyme on growth performance and some blood parameters of Moghani male lamb. *Iranian Journal of Animal Science Research*, *15*(4), 475-488. (in Persian with English abstract).http://doi.org/10.22067/ijasr.2023.80199.1116

Introduction: One of the important by-products is the pomegranate pulps which is pulp left after pomegranate juice. The presence of significant amounts of biologically active compounds such as phenolic acid, flavonoids, and tannins in pomegranate fruit ensures its high nutritional value. Pomegranate peel is a part of the fruit that has very high antioxidant properties and contains high amounts of polyphenols such as tannins. There have been numerous reports of the negative effects of tannins on consumer animals. One of the compounds that can bind to tannins and reduce their harmful effects is the tannase enzyme. So, this study aimed to investigate the effects of using different levels of pomegranate pulp without or in combination with tannase enzyme in the diet of fattening lambs on performance, nutrient digestibility, and some blood parameters.

Materials and Methods: After preparing pomegranate pulp, drying it, and preparing tannase enzyme, 25 male Moghani lambs with an average weight of 30±2 kg and the average age is about 7 months, were used in four treatments in a completely randomized design. experimental treatments include 1- control, 2- 2.5% pomegranate pulp powder, 3- 5% pomegranate pulp powder, 4- 2.5% pomegranate pulp powder + 0.05 % dry matter of tannase enzyme 5- 5% pomegranate pulp powder + 0.05 % dry matter of tannase enzyme. During the experimental period, the performance parameters including feed intake, weight gain, and feed conversion ratio were measured. The concentration of blood parameters and the activity of liver enzymes containing ALP, ALT, and AST in the blood of lambs were determined. The Data obtained were analyzed using SAS (9/1) statistical software.

Results and Discussion: The experimental treatments demonstrated no significant impact on the weight gain and feed intake of the lambs. However, when examining the amount of feed consumption and daily feed consumption, higher values were observed during the second 30 days of the rearing period in comparison to the initial 30 days.While nutrient digestibility remained largely unaffected, a notable trend in the digestibility of dry matter was observed. Further comparisons between treatments revealed a higher digestibility of organic matter, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), and ash in the group receiving 2.5% pomegranate pomace. These findings provide insights into the potential influence of pomegranate pomace supplementation on

http://doi.org/10.22067/ijasr.2023.80199.1116

specific aspects of nutrient utilization in lamb diets. Fat in the treatment of 2.5% pomace with enzyme and digestibility of crude protein was higher in the treatment of 5% pomace with the enzyme. The comparison of different pomace levels showed that the use of high levels of pomegranate pomace (5%) increased blood glucose and the lowest blood urea concentration was obtained by feeding 5% pomace. The lowest concentrations of HDL and LDL in the blood also belonged to the control treatment. The use of tannase enzymes in the diet also increased the concentration of glucose parameters and decreased blood urea. The highest amount of glucose of the studied lambs were observed in the first thirty days of sampling. In the present study, the use of pomegranate pomace increased glucose in both rearing periods and decreased blood triglyceride levels in the second rearing period. Alanine phosphatase (ALP) enzyme activity was significant in the second period, the breeding period ($P<0.05$). The highest level of activity of this enzyme was observed in the blood of lambs fed with 2.5% of dung. The activity of alanine aminotransferase (ALT) and aspartate aminotransferase (AST) was not significant between sampling periods ($P<0.05$). Feeding different levels of pomegranate pomace powder with or without tannase enzyme had no significant effect on blood malondialdehyde concentration as an antioxidant index of the blood of fattening lambs. However, the comparison between the experimental treatments showed that the highest level of this index was found in the blood samples obtained from lambs fed with a diet containing 5% of pomegranate pomace powder + 0.05% of the dry matter of the tannase enzyme diet.

Conclusion: The inclusion of different levels of pomegranate pomace in the diet led to a significant difference in the activity of the alanine phosphatase enzyme among the experimental treatments ($P<0.05$) and increased blood glucose ($P<0.05$). None of the functional parameters, including weight gain, and feed consumption, were affected by the use of pomegranate pulp with or without tannase enzyme during the entire experimental period. However, the food conversion coefficient improved in the treatments containing pomegranate pomace with tannin enzyme. The highest amount of antioxidant index related to the diet containing 5% of pomegranate pomace powder + 0.05% of the diet's dry matter was tannase enzyme. Therefore, the level of 5% of pomegranate pomace along with the tannase enzyme increases animal health and improves animal growth performance.

Keywords: Blood parameters, Fattening lamb, Growth performance, Pomegranate pulp, Tannase

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
Homepage: http://ijasr.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۱۵، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۲، ص. ۴۸۸-۴۷۵

اثرات جیره‌ای پودر تفاله انار با یا بدون آنزیم تانن‌آز بر عملکرد رشد و برخی فراسنجه‌های خونی بره‌های نر مغانی

فرزاد میرزائی آقجه قشلاق[1*]، علی نوری[2]، بهمن نوید شاد[1]، لیلا کاویانی فیضی[3]، سمیرا کرامتی جبه‌دار[4]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۱۰

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی اثرات جیره‌ای سطوح مختلف پودر تفاله انار با یا بدون آنزیم تانن‌آز بر عملکرد و برخی پارامترهای خونی بره‌های پرواری انجام شد. بدین منظور از ۲۵ رأس بره نر مغانی با متوسط وزن ۲± ۳۰ کیلوگرم و میانگین سنی حدود هفت ماهه، در پنج تیمار و پنج تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل: گروه ۱ (شاهد، جیره عاری از تفاله انار و آنزیم)، تیمار ۲ (جیره حاوی ۲/۵ درصد پودر تفاله انار)، تیمار ۳ (جیره حاوی ۵ درصد پودر تفاله انار)، تیمار ۴ (جیره حاوی ۲/۵ درصد پودر تفاله انار + ۰/۰۵ درصد ماده خشک جیره آنزیم تانن‌آز) و تیمار ۵ (جیره حاوی ۵ درصد پودر تفاله انار + ۰/۰۵ درصد ماده خشک جیره آنزیم تانن‌آز) بود. در طول ۷۴ روز دوره آزمایش (شامل ۱۴ روز عادت پذیری) پارامترهای عملکردی دام شامل میزان مصرف خوراک روزانه، افزایش وزن اندازه‌گیری و ضریب تبدیل غذایی محاسبه شد. همچنین جهت تعیین، غلظت فراسنجه‌های خونی و فعالیت آنزیم‌های کبدی در روزهای ۳۰ و ۶۰ دوره پرورشی نمونه‌گیری انجام شد. گنجاندن سطوح مختلف تفاله انار در جیره منجر به تفاوت معنی‌دار فعالیت آنزیم آلانین فسفاتاز و افزایش گلوکز خون در بین تیمارهای آزمایشی شد (P<۰/۰۵). همچنین باعث کاهش اوره خون شد. هیچ یک از پارامترهای عملکردی شامل افزایش وزن، مصرف خوراک در کل دوره آزمایشی تحت تأثیر مصرف تفاله انار با یا بدون آنزیم تانن‌آز قرار نگرفت. امّا ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای حاوی تفاله انار با آنزیم تانن‌آز بهبود یافت. بیشترین میزان شاخص آنتی‌اکسیدانی مربوط به جیره حاوی ۵ درصد پودر تفاله انار + ۰/۰۵ درصد ماده خشک جیره آنزیم تانن‌آز بود. بنابراین سطح ۵ درصد تفاله انار در کنار آنزیم تانن‌آز سبب افزایش سلامت دام و بهبود عملکرد رشد حیوان می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: بره پرواری، تانن‌آز، تفاله انار، عملکرد رشد، فراسنجه‌های خونی

مقدمه

امروزه تأمین غذا از جمله مشکلات پیش روی بشر بوده است که با روند افزایشی جمعیت از یک سو و محدودیت‌های آب و خاک از سوی دیگر، باعث شده است تا حل مشکلات تأمین غذا به‌طور جدی مورد توجه قرار گیرد (Jabbar Naser, 2010). بسیاری از محصولات جانبی صنایع به‌عنوان خوراک دام مطرح هستند که یکی از این محصولات جانبی، تفاله باقی‌مانده پس از آبگیری انار است. انار میوه مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری است که از سه بخش دانه (سه درصد)، بخش آبدار (۳۰ درصد) و پوسته و بافت‌های درونی (حدود ۶۷ درصد) تشکیل می‌شود (Walum, 1998). تولید سالیانه انار در ایران ۷۰۰ هزار تن در سال است که میزان تولید انار ساوه حدود ۱۷۰ هزار تن در سال بوده و میزان تولید سالیانه پوسته انار در ایران بیش از ۵۰۰ هزار تن است (Fadavi *et al*., 2006; Mueller-Harvey, 2006). این میوه به‌میزان زیادی در جهان مصرف می‌شود، به خصوص در صنعت آبمیوه‌گیری، که در آن منجر به انباشت مقادیر زیادی از پوسته میوه می‌شود (Al-Dujaili and Smail, 2012). پوسته انار بخشی از میوه است که خاصیت آنتی‌اکسیدانی بسیار بالایی داشته و حاوی مقادیر فراوانی از پلی‌فنول‌ها از جمله تانن است (Li *et al*., 2006). صادق و همکاران (Sadq *et al*., 2016) گزارش

۱- استاد گروه علوم دامی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد تغذیه دام دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۳- دانشجوی دکترای تغذیه دام دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۴- دانش آموخته دکترای تغذیه دام دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email: f_Mirzaei@uma.ac.ir)
http://doi.org/10.22067/ijasr.2023.80199.1116

نمودند، تغذیه یک درصد پوسته انار منجر به افزایش معنی‌دار قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام، عصاره عاری از ازت و عصاره اتری در بره‌ها شد. در کنار اثرات مفیدی تانن‌ها در تغذیه دام، این ترکیبات دارای اثرات منفی نیز هستند که از جمله آن‌ها می‌توان به کاهش خوش‌خوراکی به‌دلیل بدمزگی و گس بودن، افت مصرف خوراک، کاهش بازدهی مواد خوراکی مصرفی دام به‌ویژه پروتئین‌های جیره و در نتیجه، کاهش رشد دام و نیز کاهش فعالیت آنزیم‌ها اشاره کرد (Zare, 2015). تانن بر تخمیر شکمبه، قابلیت هضم مواد خوراکی و میزان گاز تولیدی شکمبه مؤثر است (Makkar *et al*., 1989). در واقع، این ترکیبات قابلیت اتصال میکروب‌های شکمبه به مواد غذایی مصرفی را کاهش، در نتیجه سبب کاهش تجزیه‌پذیری خوراک در شکمبه کاهش مصرف خوراک و افت عملکرد دام را در پی داشت (Makkar *et al*., 1989).

گزارشات متعددی مبنی بر اثرات منفی تانن‌ها بر دام‌های مصرف‌کننده وجود دارد (Mueller-Harvey, 2006). در همین راستا، استفاده از فرآورده‌های فرعی حاوی تانن در جیره بره‌های پرواری تا سطح ۲۰ درصد ماده خشک تأثیر معنی‌داری بر مصرف خوراک ندارد، امّا سطح ۳۰ درصد موجب کاهش معنی‌دار مصرف خوراک می‌شود (Sreelatha and Padma, 2009). از جمله ترکیباتی که قابلیت اتصال به تانن‌ها و کاهش اثرات سوء آن‌ها را دارد، آنزیم تاننازاً می باشد. تانناز اساساً در هیدرولیز تانن‌های قابل هیدرولیز از طریق هیدرولیز اتصالات استری، در تانیک اسید و تسهیل آزاد شدن اسید گالیک و گلوکز نقش دارد. این فعالیت هیدرولتیک به‌دلیل به دام انداختن اتصالات استری، توانایی اتصال تانن به مولکول‌های پروتئین را کاهش داده، در نتیجه از به دام افتادن ماکرومولکول‌ها ممانعت می‌کند (Mahapatra *et al*., 2005). افزایش هیدرولیز ترکیبات فنولی با وزن مولکولی بالا و ساختار پیچیده با هدف افزایش و بهبود قابلیت هضم و کاهش اثرات منفی آن‌ها صورت می‌گیرد (Chamorro *et al*., 2013). گزارش شده است، تانن‌آز در عصاره انار ۲۵ درصد از تانن را بدون اثرات منفی بر کیفیت و خصوصیات بیوشیمیایی تجزیه کرده است. رافووانشی و همکاران (Raghuwanshi *et al*., 2014) آنزیم تانن‌آز را به جیره حاوی کاه گندم و قارچ سفید در گاوهای شیری اضافه نموده و نتیجه‌گیری کردند که با اضافه نمودن آنزیم تانن‌آز میزان مصرف خوراک در گاوهای شیری افزایش یافت. با توجّه به تولید قابل توجه انار و سطوح بالایی از فرآورده‌های جانبی مربوط به پوست و هسته آن در کشور و عدم استفاده مناسب از این فرآورده ها و اثرات سودمند تغذیه آن‌ها در تغذیه نشخوارکنندگان، از طرفی با توجه به محدودکننده بودن حضور برخی ترکیبات همچون تانن از نظر کاهش خوش‌خوراکی، انجام مطالعه‌ای جهت بررسی استفاده از آنزیم‌های مهارکننده این ترکیبات به‌صورت توأم با منبع تانن در جیره دام‌های نشخوارکننده لازم به نظر می‌رسد. لذا، مطالعه حاضر با هدف تغذیه سطوح مختلف پودر تفاله انار با یا بدون آنزیم تعدیل‌کننده اثرات سوء تانن در بره‌های پرواری و بررسی اثرات افزودن آن‌ها به جیره بر عملکرد، فراسنجه‌های خونی و برخی خصوصیات لاشه بره‌های پرواری انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در واحد گوسفندداری گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی در بهار ۱۳۹۸ انجام شد. تفاله انار (شامل پوسته و هسته) از کارخانه انار ایران واقع در شهرستان ساوه تهیه شد. پس از انتقال به دانشکده در سالنی مسقف و به دور از تابش نور آفتاب پهن شده و به‌مدت دو هفته خشک شد. سپس با استفاده از دستگاه علوفه خردکن ثابت، آسیاب شده و پودر حاصل شده تا زمان استفاده در محلی تاریک و خنک نگه‌داری شد. مقدار ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام، الیاف خام و خاکستر پوسته انار به‌ترتیب برابر ۹۲/۳۰، ۴/۱۶، ۱/۵۵، ۱۷/۳۵ و ۴/۶۲ درصد بود و تفاله انار جایگزین تفاله چغندر شد. آنزیم تانن‌آز مورد استفاده از شرکت صنایع غذایی کیکومان (Kikkoman) واقع در کشور ژاپن خریداری شد. این آنزیم حاوی تانن آسیل هیدرولاز (500 U/g, EC 3.1.20) با خلوص ۹۵ درصد بود. در این آزمایش، تعداد ۲۵ رأس بره نر مغانی با میانگین سنی حدود هفت ماهه با متوسط وزن بدن ۲±۳۰ کیلوگرم خریداری شده و در جایگاه‌های انفرادی با ابعاد ۵×۴ متر با بستری از پوشال و خاک اره نگهداری شدند. برای انجام آزمایش، بره‌ها پس از هشت ساعت گرسنگی وزن‌کشی، سپس بر اساس وزن اولیه و به‌صورت تصادفی به پنج گروه با پنج تکرار تقسیم شده و سپس هر گروه به‌طور تصادفی به یکی از جیره‌های آزمایشی اختصاص داده شدند. مدت زمان آزمایش ۷۴ روز که شامل ۱۴ روز دوره عادت‌پذیری بره‌ها به جیره‌های آزمایشی بود. قبل از شروع دوره پرورشی بره‌ها علیه بیماری آنتروتوکسمی واکسینه شده و داروی ضد انگل نیکلوزاماید و لورامیزول به فاصله زمانی دو هفته جهت کنترل انگل‌های داخلی و خارجی دریافت کردند. تیمارها شامل گروه ۱ (شاهد، جیره عاری از تفاله انار و آنزیم)، تیمار ۲ (جیره حاوی ۲/۵ درصد پودر تفاله انار)، تیمار ۳ (جیره حاوی ۵ درصد پودر تفاله انار)، تیمار ۴ (جیره حاوی ۲/۵ درصد پودر تفاله انار + ۰/۰۵ درصد ماده خشک جیره آنزیم تانن‌آز) و تیمار ۵ (جیره حاوی ۵ درصد پودر تفاله انار + ۰/۰۵ درصد ماده خشک جیره آنزیم تانن‌آز) بودند. جیره‌های آزمایشی به‌وسیله نرم‌افزار CNCPS گوسفندی با نسخه ۶/۱ و براساس احتیاجات غذایی بره با وزن اولیه حدود ۳۰ کیلوگرم و افزایش وزن روزانه ۲۲۰ گرم تنظیم شد.

جدول ۱– اقلام و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی (درصد ماده خشک جیره)

Table 1- Ingredients and chemical composition of experimental diets (percentage of dry matter in diet)

مواد خوراکی Feed ingredients	جیره های آزمایشی[۱] Experimental diets[1]				
	شاهد (۱) Control (1)	2	3	4	5
یونجه Alfalfa	45	45	45	45	45
جوآسیاب شده Barley	33	31	30	31	30
کنجاله سویا Soybean meal	3	3	3	3	3
ذرت آسیاب شده Corn	10	9	4	4	4
سبوس گندم Wheat bran	3	3.5	8	9	8
پودر چربی Fat powder	4	4	3	3.5	3
سدیم بیکربنات Sodium bicarbonate	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
کلسیم کربنات Calcium carbonate	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
مکمل معدنی Vitamin-mineral supplement[2]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
نمک Salt	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
پودر تفاله انار Pomegranate pomace powder	-	2.5	5	2.5	5
آنزیم تانناز Tannase enzyme	-	-	-	0. 05	0. 05
ترکیب شیمیایی(٪) Chemical composition					
انرژی قابل متابولیسم Metabolizable energy (Mcal/day)	229.83	230.23	231.19	230.23	231.19
ماده خشک Dry matter	92.28	91.54	91.58	91.88	93.68
ماده آلی Organic matter	92.5	92.1	91.3	92.2	91.6
پروتئین خام Crude protein	15.43	14.87	15.5	15.12	15.14
عصاره اتری Ether extract	8.75	9.35	8.75	9.6	8.79
الیاف نامحلول در شوینده خنثی Nutrient detergent fiber	31.1	36.05	33.8	35	33.1
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی Acid detergent fiber	19.00	19.6	22.2	20.95	21.75
خاکستر خام Crude ash	7.5	7.6	7.7	7.6	7.7

چربی خام Crude fat	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8
کلسیم (گرم در روز) Ca (g/day)	885	920	954	920	954
فسفر (گرم در روز) P (g/day)	332	331	320	331	320

[1] ۱: شاهد، ۲: تیمار ۲/۵ درصد تفاله انار، ۳: تیمار پنج درصد تفاله انار، ۴: تیمار ۲/۵ درصد تفاله انار + ۰/۰۵ درصد ماده خشک جیره آنزیم تانن‌آز و ۵ : تیمار ۵ درصد تفاله انار + ۰/۰۵ درصد ماده خشک جیره آنزیم تانن‌آز

[2] حاوی: ویتامین A: 500000 واحد، ویتامین D_3: 100000 واحد، ویتامین E: 100 میلی‌گرم، منیزیم: ۱۹۰۰۰ میلی‌گرم، سدیم: ۶۰۰۰۰ میلی‌گرم، فسفر: ۹۰۰۰۰ میلی‌گرم، سلنیوم: یک میلی‌گرم، منگنز: ۲۰۰ میلی‌گرم، آهن: ۳۰ میلی‌گرم. مس: ۳۰۰ میلی‌گرم، کلسیم: ۱۸۰۰۰۰ میلی‌گرم، روی: ۳۰۰۰ میلی‌گرم، کبالت: ۱۰۰ میلی‌گرم، ید: ۱۰۰ میلی‌گرم

[1] 1: Control, 2: 2.5% pomegranate pulp powder, 3: 5% pomegranate pulp powder, 4: 2.5% pomegranate pulp powder + 0.05 dry matter of tannase enzyme, 5: 5% pomegranate pulp powder + 0.05 % dry matter of tannase enzyme.

[2] Contains: Vitamin A: 500,000 U, Vitamin D_3: 100,000 U, Vitamin E: 100 mg, Magnesium: 19,000 mg, Sodium: 60,000 mg, Phosphorus: 90,000 mg, Selenium: 1 mg, manganese: 2000 mg, iron: 3000 mg, copper: 300 mg, calcium: 180,000 mg, zinc: 3000 mg, cobalt: 100 mg, iodine: 100 mg.

اجزای تشکیل‌دهنده و ترکیب شیمیایی جیره پایه محاسبه و میزان ماده خشک، خاکستر خام، پروتئین خام، ماده آلی از روش AOAC در جدول ۱ ارائه شده است (AOAC, 2000). خوراک‌دهی به دام‌ها در دو وعده غذایی و در ساعت نه صبح و پنج بعد از ظهر انجام شد، خوراک مصرفی روزانه طوری تنظیم می‌شد که باقی‌مانده خوراک در آخور حدود ۱۰ درصد خوراک داده شده به دام در هر روز باشد و میزان مصرف خوراک بر اساس اشتها تنظیم و حیوانات دسترسی آزاد به آب داشتند.

مقدار خوراک ارائه شده به دام به‌صورت روزانه و باقی‌مانده آن در روز بعد توزین و ثبت شد و پس از محاسبه میزان ماده خشک، بر اساس اختلاف وزن بین خوراک ارائه شده به دام و خوراک باقی‌مانده در صبح روز بعد، میزان ماده خشک مصرف روزانه محاسبه شد. وزن بدن بره‌های هر گروه به‌صورت انفردی با استفاده از باسکول مدل binazir1500 kg با دقت ۲۰۰ گرم، هر دو هفته یک‌بار اندازه گیری شد و میزان افزایش وزن با استفاده از اختلاف وزن بره‌ها در ابتدا و انتهای هر دوره وزن‌کشی مشخص شد. وزن‌کشی قبل از توزیع خوراک وعده صبح انجام شد. ضریب تبدیل غذایی با تقسیم خوراک مصرفی بر میزان افزایش وزن بدن به‌صورت دوره‌ای محاسبه شد. نمونه‌های خوراک مربوط به هر بره به‌صورت دوره‌ای جمع‌آوری و سپس در انتهای دوره با یکدیگر مخلوط، آسیاب شده و آنالیز ترکیبات شیمیایی شامل ماده خشک، خاکستر خام، پروتئین خام، ماده آلی نمونه‌های هر تیمار به‌روش AOAC (۲۰۰۰) انجام شد. همچنین برای تعیین الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی از روش ون سوست و همکاران (Van Soest *et al.* *1991*) استفاده گردید. جهت تعیین قابلیت هضم مواد مغذی جیره های آزمایشی نمونه‌گیری از خوراک مصرفی و مدفوع هر دام به‌صورت روزانه در طول هر دوره نمونه‌برداری انجام می‌گرفت. قابلیت هضم مواد مغذی و ماده خشک با استفاده از روش مارکر داخلی خاکستر نامحلول در اسید (AIA) محاسبه گردید. غلظت مواد مغذی در نمونه‌های خوراک و مدفوع به‌روش ون کولن و یانگ (Van Keulen and Young, *1977*) تعیین شد. مقادیر قابلیت هضم ظاهری برای هر ماده مغذی به‌وسیله معادله زیر محاسبه گردید:

$$\text{قابلیت هضم} = 100 - \left[\frac{\text{درصد نشانگر در خوراک}}{\text{درصد نشانگر در مدفوع}} \times \frac{\text{درصد ماده مغذی در مدفوع}}{\text{درصد ماده مغذی در خوراک}} \times 100\right]$$

برای جمع‌آوری نمونه‌های خون به‌ترتیب در روزهای ۳۰ و ۶۰ دوره پرورشی سه ساعت پس از وعده غذایی صبح از سیاهرگ وداج هر بره با استفاده سرنگ ۱۰ میلی‌لیتر خون‌گیری انجام شد. خون گرفته شده در دو لوله جداگانه یکی حاوی هپارین برای به‌دست آوردن پلاسما و دیگری بدون هپارین برای جداسازی سرم ریخته شد. نمونه‌های خون در فلاسک حاوی یخ خشک به آزمایشگاه انتقال داده شد. از نمونه‌های خون جهت جداسازی سرم برای تعیین پارامترهای خونی و اندازه‌گیری غلظت مالون دی آلدئید استفاده شد. برای جداسازی پلاسما نمونه‌ها با دور ۳۵۰۰، به‌مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند. پس از انجام سانتریفیوژ نمونه‌های سرم و پلاسما به درون میکروتیوب‌های دو میلی‌لیتر انتقال و تا زمان آنالیز فراسنجه‌های مورد مطالعه در دمای ۲۰- درجه‌سانتی‌گراد نگهداری شدند. پارامترهای خونی شامل گلوکز، کلسترول (LDL ،HDL و کلسترول کل)، تری گلیسیریدها، پروتئین کل (TP)، نیتروژن اوره‌ای خون (BUN)، آنزیم-های کبدی (ALP , AST ،ALT) با استفاده از کیت‌های تجاری پارس آزمون و توسط دستگاه اتوآنالایزر (Hitachi, Ltd. Tokyo, Japan) اندازه‌گیری شد و غلظت مالون دی آلدئید در نمونه‌های سرم مطابق دستورالعمل کیت‌های تجاری رندوکس (RANDOX Laboratories Ltd. Ardmore, Diamond Road, Crumlin, Co. Antrim, United Kingdom) تعیین شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

داده‌های حاصله از این مطالعه با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (۹/۱) آنالیز شدند. آنالیز مربوط به داده‌های اندازه‌گیری شده با رویه GLM در قالب طرح کاملاً تصادفی به‌ترتیب مطابق مدل‌های آماری زیر انجام شد:

$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$

که در آن، Y_{ij}: متغیر وابسته، μ: میانگین داده‌ها و T_i: اثر تیمار، e_{ij}: خطای آزمایشی بود. مقایسات میانگین با سطح احتمال پنج درصد و با استفاده از روش مقایسات میانگین توکی انجام شد.

نتایج و بحث

اثرات تغذیه تفاله انار با یا بدون آنزیم تانن‌آز بر عملکرد دوره‌ای بره‌های پرواری در جدول ۲ و ۳ آورده شده است. مطابق این دو جدول تیمارهای آزمایشی قادر به اثرگذاری بر افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی بره‌ها نبودند. ضریب تبدیل غذایی به‌صورت غیرمعنی‌داری در سطح ۲/۵ و ۵ درصد تفاله انار با آنزیم به‌ترتیب در ۳۰ روز اول و دوم دوره کاهش یافت. همان‌طور که در جدول مشاهده می‌شود، هیچ یک از پارامترهای عملکردی شامل افزایش وزن، مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی در کل دوره آزمایشی تحت تأثیر مصرف تفاله انار با یا بدون آنزیم تانن‌آز قرار نگرفت. استفاده از تفاله‌هایی چون تفاله انار در جیره علاوه بر اینکه دارای ماهیت فیبری است، به‌عنوان منبعی از تانن شناخته شده و می‌توانند به‌دلیل افت خوش‌خوراکی جیره موجب کاهش مصرف خوراک و در نتیجه، عملکرد پایین دام شوند (Hervas *et al*., 2003). در مطالعه حاضر نیز علی‌رغم کاهش نسبی مصرف خوراک، افزایش وزن در ۳۰ روز اولیه دوره پرورش و کل دوره، در سطح ۲/۵ درصد تفاله انار با آنزیم بالا بوده ولی این تفاوت معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵).

جدول ۲- میانگین و خطای استاندارد میانگین شاخص‌های عملکردی بره‌ها در ۳۰ روز اول دوره پرورش

Table 2- Average and standard error of the average performance indicators of lambs in the first 30 days of the breeding period

تیمار[1] Treatment[1]	1	2	3	4	5	میانگین خطای استاندارد SEM	سطح احتمال معنی دار شدن P-value
افزایش وزن (کیلوگرم) weight gain (kg)	4.33	5.14	5.04	7.65	4.59	1.06	0.22
مصرف خوراک feed intake (kg)	42.71	43.35	43.13	43.98	41.97	0.51	0.11
افزایش وزن روزانه (گرم) Daily weight gain (g)	144.33	171.33	168	255	153	35.56	0.22
مصرف خوراک روزانه (کیلوگرم) Daily feed intake (kg)	1.42	1.44	1.43	1.46	1.4	0.01	0.11
ضریب تبدیل غذایی Feed conversion ratio	11.03	10.53	9.28	7.14	9.61	1.80	0.59

[1]۱: شاهد، ۲: تیمار ۲/۵ درصد تفاله انار، ۳: تیمار پنج درصد تفاله انار، ۴: تیمار ۲/۵ درصد تفاله انار + ۰/۰۵ درصد ماده خشک جیره آنزیم تانن‌آز و ۵: تیمار ۵ درصد تفاله انار + ۰/۰۵ درصد ماده خشک جیره آنزیم تانن‌آز

[1]1: Control, 2: 2.5% pomegranate pulp powder, 3: 5% pomegranate pulp powder, 4: 2.5% pomegranate pulp powder + 0.05% dry matter of tannase enzyme 5: 5% pomegranate pulp powder + 0.05% dry matter of tannase enzyme.

مطابق جدول ۳ در ۳۰ روز دوم دوره پرورش نیز کاهش نسبی مصرف خوراک، افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی مشاهده شد با این تفاوت که بیشترین سطح مصرف خوراک و افزایش وزن در تیمار حاوی ۵ درصد تفاله انار با آنزیم مشاهده شد، با این حال این تفاوت‌ها معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵) و همچنین در ۳۰ روز اول و دوم دوره پرورش بیشترین ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای بدون آنزیم مشاهده شد (تیمار ۱ و ۲) و در تیمار ۵ ضریب تبدیل غذایی بهبود یافت. طی مطالعه‌ای هرواس و همکاران (Hervas *et al*., 2003) نشان داد که مصرف خوراک تا سطح ۱/۵ درصد تانن تغییری بین تیمارها نداشت، امّا مقادیر بالاتر تانن موجب کاهش معنی‌دار مصرف خوراک شد. غلظت‌های تانن بیش از ۵۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک جیره می‌تواند بر مصرف خوراک دارای تأثیر منفی باشد و غلظت‌های پایین‌تر مصرف خوراک را تحت تأثیر قرار ندهد (Barry, 1985)، دلیل این امر را میزان پایین تانن و به‌خصوص تانن متراکم تفاله دانه انار دانستند (Emami *et al*., 2015). شاباتای و همکاران (Shabtay *et al*., 2008) افزایش مصرف ماده خشک در نتیجه تغذیه عصاره تغلیظ شده انار را گزارش نمودند. دلیل این افزایش مصرف ماده خشک عدم تأثیر منفی تانن‌ها بر خوش‌خوراکی و بهره‌وری مصرف انرژی دام‌ها گزارش شده است. در مطالعه مشابهی توسط مدرسی و همکاران (Modaresi *et al*., 2015)، افزودن تفاله دانه انار به جیره

بزغاله‌ها فاقد تأثیر معنی‌دار بر افزایش وزن روزانه و وزن نهایی این دام‌ها بود. این محققین دلیل عدم تفاوت معنی‌دار وزن نهایی و افزایش وزن روزانه تیمارهای آزمایشی را مشابه بودن ماده خشک مصرفی و سطح مساوی پروتئین خام و انرژی متابولیسمی جیره‌های مربوط به تیمارهای آزمایشی دانستند. با توجه به اینکه عنوان شده قسمت عمده تانن تفاله انار از نوع قابل هیدرولیز است، لذا تقابل میان تانن قابل هیدرولیز و پروتئین جیره قابل انتظار نبوده (Broderick *et al*., 1991) و این نوع تانن‌ها قابلیت مهار آنزیم پروتئاز را نداشته، در نتیجه تغذیه تفاله انار سبب اختلال در عملکرد دام نمی‌شوند (Zare, 2015).

جدول ۳- میانگین و خطای استاندارد میانگین شاخص‌های عملکردی بره‌ها در ۳۰ روز دوم دوره پرورش

Table 3- Average and standard error of the average performance indicators of lambs in the second 30 days of the breeding period

تیمار[1] Treatment[1]	1	2	3	4	5	میانگین خطای استاندارد SEM	سطح احتمال معنی دار شدن P-value
افزایش وزن (کیلوگرم) weight gain (kg)	4.74	5.21	3.29	4.41	5.78	0.66	0.13
مصرف خوراک feed intake (kg)	50.04	50.05	49.39	51.31	50.46	0.76	0.51
افزایش وزن روزانه (گرم) Daily weight gain (g)	158	173.67	109.83	147	192.67	22.20	0.13
مصرف خوراک روزانه (کیلوگرم) Daily feed intake (kg)	1.67	1.66	1.64	1.71	1.66	0.02	0.52
ضریب تبدیل غذایی Feed conversion ratio	10.82	10.35	9.76	12.62	8.84	1.33	0.37

[1]۱: شاهد، ۲: تیمار ۲/۵ درصد تفاله انار، ۳: تیمار پنج درصد تفاله انار، ۴: تیمار ۲/۵ درصد تفاله انار + ۰/۰۵ درصد ماده خشک جیره آنزیم تانن‌آز و ۵: تیمار ۵ درصد تفاله انار + ۰/۰۵ درصد ماده خشک جیره آنزیم تانن‌آز

[1] 1: Control, 2: 2.5% pomegranate pulp powder, 3: 5% pomegranate pulp powder, 4: 2.5% pomegranate pulp powder + 0.05% dry matter of tannase enzyme 5: 5% pomegranate pulp powder + 0.05% dry matter of tannase enzyme.

قابلیت هضم مواد مغذی در جدول ۴ نشان می‌دهد که با تغذیه تفاله انار در سطوح مختلف با یا بدون آنزیم تحت تأثیر قرار نگرفت. با این حال، مشاهده می‌شود که قابلیت هضم ماده خشک تمایل به معنی‌داری داشت. مقایسه بین تیماری حاکی از قابلیت هضم بالاتر ماده آلی، NDF، ADF و خاکستر در تیمار ۲/۵ درصد تفاله انار بود. چربی در تیمار ۲/۵ درصد تفاله با آنزیم و قابلیت هضم پروتئین خام در تیمار ۵ درصد تفاله با آنزیم بالاتر بود. عدم تأثیر تیمارهای آزمایشی بر قابلیت هضم مواد مغذی مطالعه حاضر در توافق با مطالعه امامی و همکاران (Emami *et al*., 2015) است و سطوح پایین و متوسط تانن (۴-۲ درصد ماده خشک) در جیره بازدهی تولید در نشخوارکنندگان را بدون افزایش مصرف خوراک بهبود می‌بخشد. در حالی‌که مقادیر بالای تانن می‌تواند مصرف خوراک و قابلیت هضم پروتئین و کربوهیدرات‌ها و عملکرد دام را از طریق اثرات منفی بر خوش‌خوراکی و هضم مواد مغذی کاهش دهد و این محققین نیز عدم تأثیر معنی‌دار تغذیه تفاله انار بر قابلیت هضم مواد مغذی در بزغاله را گزارش نمودند. بر خلاف نتایج این مطالعه، شاباتای و همکاران (Shabtay *et al*., 2012) افزایش معنی‌دار در قابلیت هضم ماده خشک و NDF درگاوهای تغذیه شده با ۴ درصد عصاره تغلیظ شده پوسته انار را گزارش نمودند. تفاوت در نتایج مطالعات مختلف در ارتباط با اثرات تفاله انار بر قابلیت هضم می‌تواند با تفاوت در نوع خصوصیات و نوع دام مصرف‌کننده این فرآورده مرتبط باشد (Emami *et al*., 2015). به نظر می‌رسد، علت عدم تأثیر معنی‌دار تفاله انار بر قابلیت هضم مواد مغذی مطالعه حاضر نیز محتوی پایین تانن به‌ویژه تانن متراکم این فرآورده باشد.

مطابق اطلاعات جداول ۵ و ۶ تغذیه سطوح مختلف تفاله انار و نیز افزودن آنزیم تانن‌آز به جیره تأثیر معنی‌داری بر هیچ یک از فراسنجه‌های خونی نداشت. امّا میزان گلوکز خون در ۳۰ روز اول دوره آزمایش به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. با این وجود، مقایسه سطوح مختلف تفاله نشان داد که استفاده از سطوح بالای تفاله انار (۵ درصد) موجب افزایش گلوکز خون شد و کمترین غلظت اوره خون با تغذیه ۵ درصد تفاله حاصل شد. کمترین غلظت‌های HDL و LDL خون نیز متعلق به شاهد بود. استفاده از آنزیم تانن‌آز در جیره نیز موجب افزایش غلظت فراسنجه‌های گلوکز و کاهش اوره خون شد.

جدول ٤– اثرات تغذیه تیمارهای آزمایشی بر قابلیت هضم مواد مغذی در بره‌های پرواری

Table 4- Feeding effects of experimental treatments on digestibility of nutrients in fattening lambs

تیمار[۱] Treatment[1]	1	2	3	4	5	میانگین خطای استاندارد SEM	سطح احتمال معنی دار شدن P-value
ماده خشک (٪) Dry matter (%)	72.17	72.67	68.04	74.95	72.17	1.35	0.05
ماده آلی (٪) Organic matter (%)	73.62	74.04	71.96	73.47	73.45	1.42	0.86
چربی خام (٪) Crude fat (%)	67.43	67.82	63.54	69.70	65.10	1.64	0.14
پروتئین (٪) Protein (%)	50.72	53	53.44	52.12	56.29	1.32	0.45
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (٪) Nutrient detergent fiber (%)	74.88	76.58	74.30	75.45	75.49	1.75	0.91
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی(٪) Acid detergent fiber (%)	51.87	58.83	53.72	52.45	56.43	2.1	0.18
خاکستر (٪) Ash	55.58	58.02	54.47	57.31	53.63	1.40	0.21

[۱]۱: شاهد، ۲: تیمار ۲/۵ درصد تفاله انار، ۳: تیمار پنج درصد تفاله انار، ۴: تیمار ۲/۵ درصد تفاله انار + ۰/۰۵ درصد ماده خشک جیره آنزیم تانن‌آز و ۵: تیمار ۵ درصد تفاله انار + ۰/۰۵ درصد ماده خشک جیره آنزیم تانن‌آز

[1] 1: Control, 2- 2.5% pomegranate pulp powder, 3- 5% pomegranate pulp powder, 4- 2.5% pomegranate pulp powder + 0.05 ٪ dry matter of tannase enzyme 5- 5% pomegranate pulp powder + 0.05 ٪ dry matter of tannase enzyme.

بالاترین مقدار گلوکز خون بره‌های مـورد مطالعـه در ۳۰ روز اول نمونه‌برداری مشاهده شد. در مطالعه حاضر، استفاده از تفاله انار موجب افزایش گلوکز در هر دو دوره پرورش و کاهش سطح تـری‌گلیسـرید خون در دوره دوم پرورش شد. شچوویاک و همکاران (۲۰۱۷) افزایش گلـوکز را بـه بهبـود پروپیونـات در شـکمبه مـرتبط دانسـتند (Szczechowiak *et al*., 2017). علاوه‌بـر ایـن کـاهش در غلظت تری‌گلیسرید خون به بهبود در فعالیت آنزیم لیپوپروتئین لیپاز کـه بـر اکسیداسیون چربی مؤثر است نسبت داده شـد. افـزایش فعالیـت ایـن آنزیم باعث تغییر سطح اسیدهای چرب غیراستریفیه خـون و کـاهش تری‌گلیسرید را بـه دنبـال دارد. از عوامـل مـؤثر بـر افـزایش سـطح کلسترول خون، افزایش نسبت استات به پروپیونات در شکمبه عنـوان شده است (Ghasemi *et al*., 2016). در نتیجه، عدم تفاوت معنی‌دار کلسترول بین تیمارهای آزمایشی، یکسان بودن سـطح علوفـه جیـره-های آزمایشی است که موجب برابری نسبت استات بـه پروپیونـات و عدم تفاوت معنی‌دار در سطح کلسترول خون بره‌های شـده اسـت. در توافق با یافته‌های این مطالعه قاسمی و همکاران (Ghasemi *et al*., 2016)، تانن متراکم در شکمبه قابلیت تشکیل کمپلکس با پـروتئین-های جیره را داشته و سبب کاهش میزان تجزیـه‌پـذیری پـروتئین در شکمبه در نتیجه کاهش آمونیاک و نیتروژن اوره‌ای خـون مـی شـود (Hagerman and Robbins, 1987). به نظر می‌رسد، به‌دلیل اینکـه عمده تانن‌های تفاله انار از نوع قابل هیدرولیز است (Khosravi and Fathi Nasri., 2012)، قابلیت پایینی در تشکیل کمپلکس با پروتئین جیره و در نتیجه، کاهش تجزیه پروتئین دارند. در نتیجه، تأثیر معنی-داری بر غلظت پـروتئین، آلبـومین و نتیـروژن اوره‌ای خـون نداشـت. سلام و همکاران (Sallam *et al*., 2019) نیز دلیـل ایـن کـاهش را کاهش در نرخ تجزیه‌پذیری پروتئین در شکمبه نسبت دادند.

مطابق با اطلاعات جداول ۵ و ۶ اثرات تغذیه سطوح مختلف پودر تفاله انار با یا بدون آنزیم تانن‌آز اثر معنی‌داری بر غلظت مـالون دی-آلدئید خون به‌عنوان شاخص آنتی‌اکسیـدانی خـون بـره‌هـای پـرواری نداشت. امّا مقایسه بین تیمارهای آزمایشـی نشـان داد کـه بیشـترین میزان این شاخص در نمونه‌های خون به‌دست آمده از بره‌های تغذیـه شده با جیره حاوی ۵ درصد پودر تفاله انار + ۰/۰۵ درصد ماده خشک جیـره آنـزیم تـانن‌آز بـود. مـالون‌دی آلدئیـد بـه‌عنـوان متابولیـت پراکسیداسیون لیپیدها در بدن بوده و برای ارزیـابی آسـیب اکسـیداتیو غشا مورد استفاده قرار گرفته و آسیب‌های غشای ایجـاد شـده توسـط رادیکـال‌هـای آزاد را مـنعکس مـی‌کننـد (Ibrahim *et al*., 2008). هماننـد مطالعـه حاضـر، امـامی و همکـاران (Emami *et al*., 2015) عدم وجود تفاوت معنی‌دار در محتـوای مـالون دی‌آلدئیـد پلاسـما، در نتیجه تغذیه تفاله انار را گزارش نمودند. همچنین بیان داشتند، افزایش سطح تفاله تا ۱۵ درصد موجب کاهش مالون دی‌آلدئید شد.

جدول ۵- اثرات تغذیه تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های خونی بره‌های پرواری در ۳۰ روز اول دوره پرورش[۱]

Table 5- Effects of experimental treatments feeding on the blood parameters of fattening lambs in the first 30 days of the breeding period[1]

تیمار[۲] Treatment[2]	1	2	3	4	5	میانگین خطای استاندارد SEM	سطح احتمال معنی دار شدن P-value
گلوکز (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) Glucose (mg/dl)	78.2^{ab}	72.8^{b}	81.8^{b}	78.4^{ab}	86.6^{a}	3.35	0.09
تری‌گلیسیرید (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) Triglyceride (mg/dl)	31.6	30.4	24.4	32.4	43.4	5.01	0.15
کلسترول (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) Cholesterol (mg/dl)	69.8	75.4	66	77	78.2	4.86	0.36
لیپوپروتئین با چگالی بالا (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) HDL –cholesterol (mg/dl)	18.2	22	16.8	20.2	19	1.88	0.38
لیپوپروتئین با چگالی پائین (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) LDL-cholesterol (mg/dl)	45.28	47.32	44.32	50.32	50.52	3.85	0.70
پروتئین کل (گرم بر دسی‌لیتر) protein(mg/dl)	7.68	7.52	7.54	7.56	7.5	0.23	0.98
اوره (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) Urea (mg/dl)	34.2	38.2	42	33	31.4	2.52	0.04
مالون دی آلدئید (نانومول بر میلی‌لیتر) Malondialdehyde (Nmol/ml)	1.24	1.36	1.58	1.56	1.74	0.20	0.48

[۱] میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند.(P<0.05)

[۲]۱: شاهد، ۲: تیمار ۲/۵ درصد تفاله انار، ۳: تیمار پنج درصد تفاله انار، ۴: تیمار ۲/۵ درصد تفاله انار + ۰/۰۵ درصد ماده خشک جیره آنزیم تانن‌آز و ۵: تیمار ۵ درصد تفاله انار + ۰/۰۵ درصد ماده خشک جیره آنزیم تانن‌آز

[1] Means within same row differs superscripts differ (P<0.05)

[2] 1: Control, 2: 2.5% pomegranate pulp powder, 3: 5% pomegranate pulp powder, 4: 2.5% pomegranate pulp powder + 0.05 ٪ dry matter of tannase enzyme 5: 5% pomegranate pulp powder + 0.05 ٪ dry matter of tannase enzyme.

جدول ٦- اثرات تغذیه تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های خونی بره‌های پرواری در ۳۰ روز دوم دوره پرورش

Table 6- Effects of experimental treatments feeding on the blood parameters of fattening lambs in the second 30 days of the breeding period

تیمار[۱] Treatment[1]	1	2	3	4	5	سطح احتمال معنی دار شدن P-value	میانگین خطای استاندارد SEM
گلوکز (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) Glucose (mg/dl)	70.8	73.6	73.75	76.6	76.6	0.73	3.42
تری‌گلیسیرید (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) Triglyceride (mg/dl)	31.4	29.6	31	30	28.2	0.98	4.06
کلسترول (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) Cholesterol (mg/dl)	61	79.6	76.25	80.4	79.4	0.25	6.74
لیپوپروتئین با چگالی بالا (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) HDL-cholesterol (mg/dl)	14.8	19.2	17	18.4	19	0.66	2.35
لیپوپروتئین با چگالی پائین(میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) LDL-cholesterol (mg/dl)	39.92	54.48	53.05	56	54.76	0.16	4.90
پروتئین کل (گرم بر دسی‌لیتر) Total protein (mg/dl)	7.46	7.62	7.6	7.6	7.82	0.78	0.19
اوره (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) Urea (mg/dl)	27	26.4	23	26.8	25.4	0.75	2.37
مالون دی آلدئید (نانومول بر میلی‌لیتر) Malondialdehyde (Nmol/ml)	1.3	1.52	1.47	1.22	1.46	0.34	0.12

[۱]۱: شاهد، ۲: تیمار ۲/۵ درصد تفاله انار، ۳: تیمار پنج درصد تفاله انار، ۴: تیمار ۲/۵ درصد تفاله انار + ۰/۰۵ درصد ماده خشک جیره آنزیم تانن‌آز و ۵: تیمار ۵ درصد تفاله انار + ۰/۰۵ درصد ماده خشک جیره آنزیم تانن‌آز

[۱]1: Control, 2: 2.5% pomegranate pulp powder, 3: 5% pomegranate pulp powder, 4: 2.5% pomegranate pulp powder + 0.05 ٪ dry matter of tannase enzyme 5: 5% pomegranate pulp powder + 0.05 ٪ dry matter of tannase enzyme.

فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالا ممکن است با ترکیبات متنوع فنولی در قسمت‌های مختلف انار مرتبط باشد (Devatkal and Naveena, 2010; Gil *et al*., 2000). ترکیبات پلی‌فنولی با عمل به‌عنوان پراکسیل شکننده زنجیر که رادیکال‌های آزاد را به دام می‌اندازد از پراکسیداسیون لیپیدها ممانعت می‌کنند (Sreelatha and Padma, 2009). باید خاطر نشان کرد که خاصیت آنتی اکسیدانی پوسته انار نسبت به دانه بالاتر است (Guo *et al*,. 2003). این مطالعات افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مربوط به تفاله انار را به‌دلیل وجود آنتی-اکسیدان‌های قدرتمند، ترکیبات ضدالتهابی، ویتامینE، استرون‌ها، فنل‌ها و استروژن‌های طبیعی دانستند.

اثرات تغذیه پودر تفاله انار با یا بدون آنزیم تانن‌آز بر فعالیت آنزیم‌های کبدی بره‌های پرواری در جدول ۷ و ۸ آورده شده است. مطابق جدول اثر تفاله انار بر فعالیت آنزیم آلانین فسفاتاز (ALP) در ۳۰ روز دوم دوره پرورش معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). بیشترین میزان فعالیت این آنزیم در خون بره‌های تغذیه شده با سطح ۲/۵ درصد تفاله مشاهده شد. فعالیت آلانین آمینوترانسفراز (ALT) و آسپارتات آمینوترانسفراز (AST) نیز بین دوره‌های نمونه‌برداری معنی‌دار نبود (P<۰/۰۵).

جدول ۷- اثرات تغذیه تیمارهای آزمایشی بر فعالیت آنزیم‌های کبدی بره‌های پرواری در ۳۰ روز اول دوره پرورش

Table 7- Effects of experimental treatments feeding on the blood hepatic enzymes of fattening lambs in the first 30 days of the breeding period

تیمار[۱] Treatment[1]	1	2	3	4	5	میانگین خطای استاندارد SEM	سطح احتمال معنی دار شدن P-value
آلانین فسفاتاز (واحد بین‌المللی بر لیتر) ALP (IU/L)	116.8	108.8	114.4	100.8	94.4	6.77	0.14
آلانین آمینوترانسفراز (واحد بین‌المللی بر لیتر) ALT (IU/L)	16	16.4	19.6	15.6	24.4	2.31	0.07
آسپارتات آمینوترانسفراز (واحد بین‌المللی بر لیتر) AST (IU/L)	67.2	70.6	66.2	64.8	76	4.84	0.50

[۱]۱: شاهد، ۲: تیمار ۲/۵ درصد تفاله انار، ۳: تیمار پنج درصد تفاله انار، ۴: تیمار ۲/۵ درصد تفاله انار + ۰/۰۵ درصد ماده خشک جیره آنزیم تانن‌آز و ۵: تیمار ۵ درصد تفاله انار + ۰/۰۵ درصد ماده خشک جیره آنزیم تانن‌آز

[۱]1: Control, 2: 2.5% pomegranate pulp powder, 3: 5% pomegranate pulp powder, 4: 2.5% pomegranate pulp powder + 0.05 ٪ dry matter of tannase enzyme 5: 5% pomegranate pulp powder + 0.05 ٪ dry matter of tannase enzyme.

جدول ۸- اثرات تغذیه تیمارهای آزمایشی بر فعالیت آنزیم‌های کبدی بره‌های پرواری در ۳۰ روز دوم دوره پرورش[۱]

Table 8- Effects of experimental treatments feeding on the blood hepatic enzymes of fattening lambs in the first 30 days of the breeding period in the second 30 days of the breeding period[1]

تیمار[۲] Treatment[2]	1	2	3	4	5	SEM	P-value
آلانین فسفاتاز (واحد بین‌المللی بر لیتر) ALP (IU/L)	140.80^{ab}	87.20^{b}	171.00^{ab}	370.00^{a}	88.80^{b}	66.24	0.039
آلانین آمینوترانسفراز (واحد بین‌المللی بر لیتر) ALT (IU/L)	18.8	19	24	16.6	24.4	2.37	0.11
آسپارتات آمینوترانسفراز (واحد بین‌المللی بر لیتر) AST (IU/L)	78.4	81	91.75	95.2	93.4	6.66	0.29

[۱] میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند(P<0.05)

[۲]۱: شاهد، ۲: تیمار ۲/۵ درصد تفاله انار، ۳: تیمار پنج درصد تفاله انار، ۴: تیمار ۲/۵ درصد تفاله انار + ۰/۰۵ درصد ماده خشک جیره آنزیم تانن‌آز و ۵: تیمار ۵ درصد تفاله انار + ۰/۰۵ درصد ماده خشک جیره آنزیم تانن‌آز

[1] Means within same row differs superscripts differ (P<0.05)

[2]1: Control, 2: 2.5% pomegranate pulp powder, 3: 5% pomegranate pulp powder, 4: 2.5% pomegranate pulp powder + 0.05 ٪ dry matter of tannase enzyme 5: 5% pomegranate pulp powder + 0.05 ٪ dry matter of tannase enzyme.

مطالعات یانز-رویز و همکاران (Yanez-Ruiz *et al*., 2006)، موسی (Mousa, 2011) گتاچیو و همکاران (Getachew *et al*., 2008) و شاکری و همکاران (Shakeri *et al*., 2012) عدم تأثیر منبع تانن بر آنزیم‌های کبدی بز و گوسفندان وگوساله را گزارش

نمودند. آلانین آمینو ترانسفراز (ALT) آنزیمی است که در کبد ساخته شـده و عمـل انتقـال گـروه آمـین بـین ال آلانـین و گلوتامـات را میانجی‌گری مـی‌کنـد و در ارزیـابی متابولیسـم پـروتئین در گاوهـای شیری کاربرد و مقدار این آنزیم در زمان افزایش پـروتئین مصـرفی و کاتابولیسم بافتی پروتئین، در زمان آسیب یا مشکلات کبدی و نیـز در زمان توازن منفی انرژی در خون افـزایش مـی‌یابـد (Zurek *et al.*, 1995). بر اساس این مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که در اثر مصـرف منبع تانن قابل هیدرولیز از تفاله انار میزان فعالیت ALT و AST کبد افزایش نیافته است، امّا فعالیـت ALP در ۳۰ روز دوم دوره پـرورش افزایش یافت که ممکن است افزایش ALP در سرم در اثر صدمه بـه سلول‌های کبدی باشد. بوچیونی و همکاران اعـلام کردنـد کـه تـانن متراکم در روده جذب نشـده، بنـابراین مـی‌توانـد اثـرات مخربـی بـر متابولیسم انـدام‌هـایی ماننـد کبـد داشـته باشـد (Buccioni *et al.*, 2015). این نویسندگان همچنین عنوان کردند کـه تـانن‌هـای قابـل هیدرولیز امکان تجزیه توسط میکروب‌هـای شـکمبه را دارنـد؛ بـدین ترتیب غلظت‌های بالای آنزیم‌های کبـدی در خـون در نتیجـه عـدم توانایی کبد در سمیت‌زدایی این ترکیبات است.

نتیجه‌گیری کلی

تغذیه جیره‌ای تفاله انار آسیاب شده بـه همـراه آنـزیم تـانن‌آز بـر اغلب پارامترهای مورد مطالعه از جمله عملکرد، برخی فراسـنجه‌هـای خونی، قابلیت هضـم مـواد مغـذی، شـاخص آنتـی‌اکسـیدانی خـون و خصوصیات لاشه بره‌های پرواری اثری نداشت. علاوه‌براین، مشـاهده شد که افزودن آنزیم تانن‌آز به جیره حاوی منابع تانن می‌توانـد منجـر به افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی و بهبـود ضـریب تبـدیل غـذایی و افزایش گلوکز خون در تیمارهای حاوی تفاله انار با آنزیم تانن‌آز شـود. به‌طور کلی، بر اساس نتایج می‌توان گفت که استفاده از تفالـه انـار در کنار آنزیم تانن‌آز سبب افـزایش سـلامت دام و بهبـود عملکـرد رشـد حیوان می‌شود.

References

1. Al–Dujaili, E., & Smail, N. (2012). Pomegranate juice intake enhances salivary testosterone dose and improves mood and wellbeing in healthy men and women. *Endocrine Abstracts*, *28*,3-13.
2. AOAC International. (2000). Official Methods of Analysis. 17th Ed, AOAC International, Gaithersburg, MD.
3. Barry, T. N. (1985). The role of condensed tannins in the nutritional value of Lotus pedunculatus for sheep. *British Journal of Nutrition*, *54*(1),211–217. http://dx.doi.org/10.1079/BJN19850106
4. Broderick, G. A., Wallace, R. J., & Orskov, E. R. (1991). Control of rate and extent of protein degradation. In: Tsuda, T., Sasaki, Y., Kawashima, R. (Eds), Physiological Aspects of Digestion and Metabolism in Ruminants. Academic Press, Inc. San Diego, 541-592.
5. Buccioni, A. Pauselli, M., Viti, C., Minieri, S., Pallara, G., & Roscini, V.. (2015). Milk fatty acid composition, rumen microbial population, and animal performances in response to diets rich in linoleic acid supplemented with chestnut or quebracho tannins in dairy ewes. *Journal of Dairy Science*, 98(2),1145–1156. http://dx.doi.org/10.3168/jds.2014-8651
6. Chamorro, S., Viveros, A., Centeno, C., Romero, C., Arijia, I., & Brenes, A. (2013). Effects of dietary grape seed extract on growth performance, amino acid digestibility and plasma lipids and mineral content in broiler chicks. *Animal*, 7(4), 555-561. http://dx.doi.org/10.1017/S1751731112001851
7. Devatkal, S. K., & Naveena, B. (2010). Effect of salt, kinnow and pomegranatefruit by-product powders on color and oxidative stability of raw ground goat meat during refrigerated storage. *Meat Science*, 85(2),306-311. http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.01.019
8. Emami, A., Ganjkhanlou, M., Fathi-Nasri, M. H., Zali, A., & Rashidi, L. (2015). Pomegranate seed pulp as a novel replacement of dietary cereal grains for kids. *Small Ruminant Research*, 123(2-3),238-245. (In Persian). http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2014.12.001
9. Ghasemi, G. H., Fathi-Nasri, M. H., Modaresi, S., & Rashidi, L. (2016). The effect of replacing of some of cereal grains of diet with ensiled pomegranate seed pulp on dry matter intake and production performance of south Khorasan crossbred goats. *Journal of Animal Science Researches*, 2(1) 93-104. (In Persian).
10. Getachew, G., Pittroff, W., Depeters, E. J., Putnam, D. H., Dandekar, A., & Goyal, S. (2008). Influence of tannic acid application on alfalfa hay: *In vitro* rumen fermentation, serum metabolites and nitrogen balance in sheep. *Animal*, 2(3), 381-390. http://dx.doi.org/10.1017/S1751731107001486
11. Gil, M. I., Tomas-Barberan, F. A., Hess-Pierce, B., Holcroft, D. M., & Kader, A. A. (2000). Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationshipwith phenolic composition and processing. *Journal of Agricultural Food and Chemistry*, 48(10), 4581-4589. http://dx.doi.org/10.1021/jf000404a
12. Guo, C. J., Yang, J. J., Wei, J. Y., Li, Y. F., Xu, J., & Jiang, Y. G. (2003). Antioxidant activities of pulp, pulp and seed fractions of common fruits as deter-mined by FRAP assay. *Nutritional Research*, 23(12), 1719-1726. http://dx.doi.org/101016/j.nutres.2003.08.005
13. Hagerman, A. E. & Robbins, C. T. (1987). Implications of soluble tannin protein complexes for tannin analysis and plant defense mechanisms. *Journal of Chemistry and Ecology*, 13(5), 1243-1247.

http://dx.doi.org/10.1007/BF01020552

14. Hervas, G., Frutos, P., Giraldez, F. J., Mantecon, A. R., & del Pino, M. C. A. (2003). Effect of different doses of quebracho tannins extract on rumen fermentation in ewes. *Animal Feed Science Technology*, 109(1-4), 65-78. http://dx.doi.org/10.1016/s0377-8401(03)00208-6
15. Ibrahim, W. H., Habib, H. M., Chow, C. K., & Bruckner, G. G. (2008). Isoflavone-rich soy isolate reduces lipid peroxidation in mouse liver. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 78(45), 217-222. (In Persian). http://dx.doi.org/10.1024/0300-9831.78.45.217
16. Jabbar naser, H. (2010). Importance of conversion industry waste and agricultural waste in livestock and poultry feed production. *Livestock and Agro-Industry Magazine*, 124,89-98. (In Persian).
17. Khosravi, F., & Fathi-Nasri, M. H. (2012). Effect of drying and ensiling of pomegranate seed pulp on its chemical composition and ruminal degradability parameters. *Animal Production*, 14 (2), 51-61. (In Persian).
18. Li, Y., Guo, C., Yang, J., Wei, J., Xu, J., & Cheng, S. (2006). Evaluation of antioxidant properties of pomegranate pulp extract in comparison with pomegranate pulp extract. *Food Chemistry*, 96(2), 254-260. http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.02.033
19. Mahapatra, K., Nanda, R., Bag, S., Banerjee, R., Pandey, A., & Szakacs, G. (2005). Purification, characterization and some studies on secondary structure of tannase from Aspergillus awamori Nakazawa. *Processes in Biochemistry*, 40 (10), 3251-3254.
20. Makkar, H. P. S., Singh, B., & Negi, S. S. (1989). Relationship of rumen degradability with biomass accumulation, cell wall constituents and tannin levels in some tree leaves. *Animal Production*, 49(2), 299-303.
21. Modaresi S. J., Valizadeh, R., Danesh-Mesgaran, M., & Fathi-Nasri, M. H. (2015). Effect of feeding pomegranate seed pulp silageon blood metabolites, carcass characteristics and performance of kids. *Journal of Ruminant Research*, 3(2): 77-91. (In Persian).
22. Mousa, M. R. M. (2011). Effect of feeding *Acacia* as supplements on the nutrient digestion, growth performance, carcass traits and some blood constituents of Awassi lambs under the conditions of North Sinai. *Asian Journal of Animal Sciences*, 5(2), 102-117. http://dx.doi.org/10.3923/ajas.2011.102117
23. Mueller-Harvey, I. (2006). Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 86 (13), 2010-2037. http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.2577
24. Raghuwanshi, S., Misra, S., & Saxena, R. K. (2014). Treatment of wheat straw using tannase and white-rot fungus to improve feed utilization by ruminants. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 5(1), 1-8. http://dx.doi.org/10.1186/2049-1891-5-13
25. Sadq, S. M., Ramzi, D. O. M., Hamasalim, H. J., & Ahmed, K. A. (2016). Growth performance and digestibility in Karadi lambs receiving different levels of pomegranate pulps. Open *Journal of Animal Sciences*, 6(01), 16. http://dx.doi.org/10.4236/ojas.2016.61003
26. Sallam, S. M. A., Attia, M. F. A., Nour El-Din, A. N. M., El-Zarkouny, S. Z., Saber, A. M., El-Zaiat, H. M., & Zeitoun, M. M. (2019). Involvement of Quebracho tannins in diet alters productive and reproductive efficiency of postpartum buffalo cows. *Animal Nutrition*, 5(1), 80-86. http://dx.doi.org/10.1016/j.aninu.2018.08.003
27. Sreelatha, S. & Padma, P. (2009). Antioxidant activity and total phenolic con-tent of Moringa oleifera leaves in two stages of maturity. *Plant Food Human Nutrition*, *64*(4), 303-311. http://dx.doi.org/10.1007/s11130-009-0141-0
28. Shakeri, P., Riasi, A., Alikhani, M., Fazaeli, H., & Ghorbani, G. R. (2012). Effects of feeding pistachio by-products silage on growth performance, serum metabolites and urine characteristics in Holstein male calves. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 97(6), 1022–1029. http://dx.doi.org/10.1111/jpn.12005
29. Shabtay, A., Harel, A., Yaakov, T., Alla, O., Ayala, M., Pnina, W., Zwika, G., Yaira, C., Arieh, B., Ido, I., & Zohar, K. (2008). Nutritive and anti-oxidative potential of fresh and stored pomegranate industrial byproduct as novel beef cattle feed. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *56*(21), 10063-10070. http://dx.doi.org/10.1021/jf8016095
30. Shabtay, A., Nikbachat, M., Zenou, A., Yosef, E., Arkin, O., Sneer, O., & Miron, J.. (2012). Effects of adding a concentrated pomegranate extract to the ration of lactating cows on performance and udder health parameters. *Animal Feed Science and Technology*, 175(1-2), 24-32. http://dx.doi.org/10.22059/jap.2012.32042
31. Szczechowiak, J., Szkudelska, K., Szumacher-Strabel, M., Sadkowski, S., Gwozdz, K., El-Sherbiny Kzlowska, M., Rodriguez, V., & Cieslak, A. (2017). Blood hormones, metabolic parameters and fatty acid proportion in dairy cows fed condensed tannins and oils blend. *Annals of Animal Science*, 18(1), 155-166. http://dx.doi.org/10.1515/aoas-2017-0039.
32. Van Keulen, J., & Young, B. A. (1977). Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science*, 44(1): 282–287. http://doi.org/10.2527/jas 1997.442282x
33. Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal's nutrition. *Journal of Dairy Science*, *74*: 3583-3592. http://doi.org/10.3168/jds.S0022- 0302(91)78551-2
34. Walum, E. (1998). Artery stenosis (CAS) reduces common carotid intima-media thickness (IMT), blood pressure

and LDL oxidation, Environmental Health Perspectives. *Clinical Nutrition*, 23(1), 423-433.
35. Yanez-Ruiz, D. R., Scollan, N. D., Merry, R. J., & Newbold, C. J. (2006). Contribution of rumen protozoa to duodenal flow of nitrogen, conjugated linoleic acid and vaccenic acid in steers fed silages differing in their soluble carbohydrate content. *British Journal of Nutrition*. 96(5), 861-869. http://dx.doi.org/10.1017/bjn20061927
36. Zare, A. (2015). The effect of feeding silage pomegranate pulp (mixture of peel and seeds) and dried pomegranate seed pulp on the fattening performance of Mehrban lambs. M.Sc. Thesis, Shiraz University, Iran. (In Persian).
37. Zurek, E., Foxcroft, G. R., & Kennelly, J. J. (1995). Metabolic status and interval to first ovulation in postpartum dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 78(9), 1909-1920. http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(95)76816-3